



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHE  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 196 39 487 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
F23 N 1/02

DE 196 39 487 A 1

⑯ Anmelder:  
Honeywell B.V., Amsterdam, NL

⑯ Vertreter:  
Dipl.-Ing. Dieter Herzbach und Dipl.-Ing. Heinz  
Rentzsch, 63067 Offenbach

⑯ Erfinder:  
Vrolijk, Enno, Dalen, NL

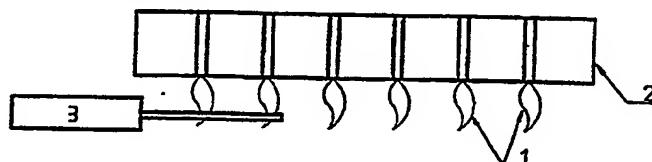
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 41 12 449 A1  
DE 39 37 290 A1  
DE-OS 22 52 618  
CH 3 89 539

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Betriebsoptimierung eines Gasbrenners

⑯ Um das Gas/Luft-Gemisch für einen Brenner (2) ohne Verwendung eines Sauerstoffnehmers im Rauchgasabzug auch bei Verwendung von Brenngasen unterschiedlicher Wobbezahl zu optimieren, wird der Luftüberschuss des dem Brenner zugeführten Gemisches zunächst soweit erhöht, bis das Flammenignal des Flammennehmers (3) verschwindet, weil die Flamme vom Brenner abgehoben hat. Anschließend wird das Gas/Luft-Verhältnis um einen zuvor einmalig ermittelten vorgegebenen Wert in Richtung auf einen geringeren Luftüberschuss geändert, welcher dem Wert bei optimaler Verbrennung entspricht (Fig. 1).



DE 196 39 487 A 1

## Beschreibung

Um einerseits den Brennstoff bestmöglich auszunutzen und andererseits den Ausstoß schädlicher Verbrennungsprodukte in die Umwelt weitgehend zu vermindern, versucht man, Gasbrenner mit einem solchen Gas/Luft-Gemisch zu versorgen, daß dieses optimal und vollständig verbrennt. Bei herkömmlichen Gas/Luft-Reglern wird dabei von einem vorgegebenen Wobbe-Index des Brenngases ausgegangen und das Mischungsverhältnis dementsprechend konstant gehalten. Die Gasversorgung liefert jedoch keineswegs Brenngas mit gleichem oder gleichbleibendem Wobbeindex, so daß insbesondere bei Vormisch-Gasbrennern und atmosphärischen Brennern mit geringem NO<sub>x</sub>-Ausstoß bisweilen mit den herkömmlichen Gas/Luft-Regeleinrichtungen, die ein vorgegebenes Gas/Luft-Verhältnis einhalten, nicht in allen Fällen eine wirklich optimale Verbrennung erzielbar ist. Man hat deshalb zusätzlich im Rauchgasabzug einen Sauerstofffühler vorgesehen, der je nach Sauerstoffanteil der Rauchgase das Gas/Luft-Mischungsverhältnis über einen auf die Gas- oder Luftzufuhr einwirkenden Regler in Richtung auf eine optimale Verbrennung mit geringem Luftüberschuß von beispielsweise 4% verändert. Ein solcher zusätzlicher Sauerstoff- oder NO<sub>x</sub>-Fühler erhöht die Kosten der Regeleinrichtung und unterliegt, da er im Rauchgasabzug angeordnet ist, einer erheblichen Verschmutzung. Er muß deshalb regelmäßig gewartet und gesäubert oder ausgetauscht werden.

Durch die Erfindung werden ein Verfahren zum Optimieren des Betriebs eines Gasbrenners sowie eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung vorgeschlagen, welche ohne einen solchen zusätzlichen Sauerstoff- oder NO<sub>x</sub>-Fühler im Rauchgasabzug auskommen und trotzdem zu einer zumindest angenähert optimalen Verbrennung auch bei Verwendung unterschiedlicher Gassorten mit abweichender Wobbe-Zahl führen.

Das Verfahren sowie die Vorrichtung gemäß der Erfindung sind in den unabhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung verwendet den ohnehin zur Überwachung der Brennerflamme vorhandenen Flammenfühler zusätzlich im Zuge einer Kalibrierung der Brenneranlage dazu, das optimale Gas/Luft-Verhältnis in Abhängigkeit von der jeweiligen Gassorte selbsttätig zu ermitteln. Dabei nutzt die Erfindung die Tatsache aus, daß einerseits bei hinreichendem Gasüberschuß die Flamme mit Sicherheit zündet und andererseits die Flamme in Abhängigkeit vom Luftanteil ihre Größe und die Lage in bezug auf den Brenner verändert. Bei hohem Luftanteil wird die Ausströmgeschwindigkeit des Gas/Luftgemisches aus dem Brenner größer als die Verbrennungsgeschwindigkeit. Dies führt dazu, daß die Flamme vom Brenner abhebt. Ordnet man den Flammenfühler derart an, daß er ein solches Abheben der Flamme vom Brenner feststellen kann, so läßt sich dieses Abheben der Flamme dahin gehend auswerten, daß es als Anzeichen für einen zu hohen Luftanteil, d. h. für ein nicht-optimales Gas/Luft-Verhältnis ausgenutzt wird. Während der Flammenfühler im Normalbetrieb beim Erlöschen der Flamme ein den Brenner stillsetzendes Signal liefert, gibt er während der Kalibrierung trotz brennender Flamme ebenfalls ein das Nichtvorhandensein einer Flamme anzeigenches Signal ab, wenn sich die Flamme vom Flammenfühler entfernt hat. Mit einem einzigen Flammenfühler kann man einerseits

das Vorhandensein der Flamme im Normalbetrieb und andererseits die Position der Flamme während der Kalibrierung überwachen. Natürlich könnte man für die beiden Vorgänge auch getrennte Flammenfühler verwenden. Dabei kann es sich um einen in die Flamme eintauchenden thermischen Flammenfühler, z. B. um einen Flammenstab oder auch um einen optischen Flammenfühler handeln, der hinreichend fokussiert ist, um das Abheben der Flamme erkennen zu können.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Zeichnungen wiedergegebener Ausführungsbeispiele erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 schematisch einen Hauptbrenner mit austretenden Flammen und zwar im Normalbetrieb (A) mit optimaler Flammenhöhe, bei etwas zu hohem Luftüberschuß (B) sowie bei starkem Luftüberschuß und abgehobener Flamme (C);

Fig. 2 eine Gas/Luft-Regeleinrichtung mit einem in Abhängigkeit vom Wärmebedarf ein- und abschaltenden Gasventil; sowie

Fig. 3 eine ähnliche Regeleinrichtung mit in Abhängigkeit vom Wärmebedarf modulierendem Brennstoffventil.

Bei allen drei in Fig. 1 dargestellten Betriebszuständen A, B und C treten mehrere Flammen 1 aus entsprechenden Öffnungen des Brenners 2 aus und werden von einem Flammenfühler in Form eines Flammenstabs 3 überwacht. Im optimalen Betriebszustand A beginnt die Flamme unmittelbar an der Austrittsöffnung des Brenners 2 und hat eine solche Größe, daß der Flammenstab 3 in die Flammenspitze, also den Flammenbereich mit der höchsten Temperatur hineinragt. Hier liegt also ein optimales Gas/Luftgemisch vor, welches eine nahezu vollständige Verbrennung und damit geringstmögliche unverbrannte Anteile im Rauchgas gewährleistet.

In der Betriebsart B enthält das dem Brenner 2 zugeführte Gas/Luft-Gemisch zuviel Luft, wodurch die Flamme vergrößert wird. Hier ragt der Flammenfühler 3 nicht mehr in den Bereich der Flammenspitzen, sondern in den mittleren Flammenbereich hinein, der gegenüber der Flammenspitze eine niedrigere Temperatur aufweist. Gleichwohl erkennt der Flammenfühler 3 das Vorhandensein der Flammen 1.

In der Betriebsart C hat das Gas/Luft-Gemisch einen sehr hohen Luftüberschuß. Die Flammen 1 sind zwar nach wie vor vorhanden, aber soweit vom Brenner 2 abgehoben, daß der Flammenstab 3 nicht mehr in die Flamme 1 selbst eintaucht. Der Flammenfühler 3 kann also das Vorhandensein der Flammen 1 nicht erkennen, sondern meldet an eine angeschlossene Überwachungsschaltung einen Flammenausfall, obwohl die Flammen 1 in Wirklichkeit vorhanden sind. Dieses Abheben der Flammen 1 vom Brenner 2 wird gemäß der Erfindung zum Kalibrieren des Gas/Luft-Verhältnisses ausgenutzt, wenn der Brenner Gase mit unterschiedlichem Wobbeindex optimal verbrennen soll.

Hierzu wird ein Testexemplar des Brenners mit einem optimalen Gas/Luft-Gemisch betrieben und zugleich der Sauerstoffgehalt im Abgas gemessen. Diese Messung hat den Zweck, das Gas/Luft-Gemisch tatsächlich optimal einzustellen. Es ergibt sich die Betriebsart A. Sodann erhöht man den Luftüberschuß bis schließlich entsprechend der Betriebsart C die Flammen 1 soweit vom Brenner 2 abgehoben sind, daß der Flammenfühler 3 das Vorhandensein der Flammen nicht mehr erkennt, sondern einen Flammenausfall meldet. Zugleich wird gemessen, um wieviel Prozent der Luftüberschuß gegenüber der optimierten Betriebsart A zugenommen

hat. Diese prozentuale Zunahme des Luftüberschusses bis zum Flammenabheben vom Flammenstab 3 ist eine charakteristische Kenngröße des Brenners, welche nur einmal für den betreffenden Brennertyp bestimmt werden muß.

Bei der Installation eines Brenners und danach in regelmäßigen Abständen, beispielsweise einmal oder zweimal am Tage, wird der Brenner wie folgt kalibriert: Der Brenner wird mit hinreichendem Gasüberschuß in Gang gesetzt, so daß er auf jeden Fall zündet und die Flammen entstehen. Der Gasüberschuß richtet sich dabei nach dem in der betreffenden Anlage gegebenenfalls zu verbrennenden Gas mit dem geringsten kalorischen Brennwert. Der Einstellung der entsprechenden Regellemente für Gas- und Luftzufuhr ist dabei bekannt. Nach dem Zünden der Flamme wird durch entsprechende Verstellung der das Gas/Luft-Verhältnis bestimmenden Stellglieder, z. B. durch einen Gas/Luft-Regler, das Gas/Luft-Verhältnis in Richtung auf einen Luftüberschuß verändert. Sobald der Luftüberschuß einen Wert erreicht hat, bei dem die Flammen 1 vom Flammenstab 3 abheben, schaltet der Flammenfühler 3 den Brenner ab. Dies ist ein charakteristischer und wiederholbarer Arbeitspunkt des Brenners im Zusammenwirken mit dem Flammenfühler. Von diesem Arbeitspunkt aus wird das Gas/Luft-Verhältnis um den eingangs erwähnten, einmal ermittelten Prozentsatz in Richtung auf eine Verringerung des Luftüberschusses geändert und erreicht damit das optimale Gas/Luft-Verhältnis entsprechend der Betriebsart A. Nunmehr ist der Brenner im Hinblick auf die Wobbezahl des gerade verbrannten Gases kalibriert und kann durch Konstanthalten dieses Gas/Luft-Verhältnisses optimal betrieben werden. Die Aufrechterhaltung des Gas/Luft-Verhältnisses ist durch die Einstellung der betreffenden Stellglieder vorgegeben oder kann durch einen an sich bekannten Gas/Luft-Regler gewährleistet werden.

Sollte der Brenner zwischen zwei Kalibrierzyklen infolge einer zu starken Änderung der Gasqualität nicht zünden, so kann der Kalibriervorgang automatisch wiederholt werden. Je öfter eine solche Kalibrierung durchgeführt wird, um so geringer ist die Gefahr, daß der Brenner zwischen zwei Kalibrierungen mit einem nicht optimalen Gas/Luft-Verhältnis betrieben wird. Die Erfindung ist sowohl bei Brennern mit einem schaltenden als auch mit einem modulierenden Gasventil einsetzbar.

Anhand von Fig. 2 wird zunächst die Arbeitsweise bei Verwendung eines schaltenden Ein/Aus-Gasventils erläutert. Gas wird der Brennkammer bzw. dem Brenner 2 von einer Gasleitung G her über ein solches Ein/Aus-Gasventil 4 und einen Gasinjektor 5 zugeführt. Zugleich erzeugt ein Gebläse 6 einen Verbrennungsluftstrom, der über eine Luftdüse 7 zum Brenner 2 gelangt. Solange nur eine Gassorte verbrannt wird, könnte das Gebläse 6 mit einer durch das gewünschte Gas/Luft-Verhältnis vorgegebenen Drehzahl betrieben werden. Die Erfindung sieht jedoch eine Anpassung dieser Drehzahl an die betreffende Gassorte vor, um mittels der erwähnten Kalibrierung ein optimales Gas/Luft-Gemisch einzustellen. Hierzu wird die Anlage mit einer niedrigen Drehzahl des Gebläses 6 gestartet, so daß mit Sicherheit der Brenner zündet und der Flammenfühler 3 das Vorhandensein von Flammen meldet. Anschließend erhöht der Regler 8 die Drehzahl des Gebläses 6 solange bis infolge des erhöhten Luftüberschusses die Flammen entsprechend der Betriebsart C vom Flammenfühler abgehoben haben und dieser folglich an den Regler 8 ein Flammenausfallsignal liefert. Der vorzugsweise mit ei-

nem Mikroprozessor und Speichern ausgestattete Regler 8 schaltet über hier nicht im einzelnen dargestellte, aber bekannte Signalverbindungen die Anlage ab und speichert zugleich den beim Erlöschen der Flammen gegebenen Drehzahlwert. Anschließend verringert der Regler 8 den Sollwert der Gebläsedrehzahl um den oben erwähnten vorgegebenen Prozentsatz derart, daß von dem Abschalt-Arbeitspunkt gemäß Betriebsweise C der Luftüberschuß auf die optimale Betriebsweise A verringert wird. Nunmehr wird die Anlage mit diesem optimalen Gas/Luft-Verhältnis bzw. Luftüberschuß für den Betrieb freigegeben. Sobald beispielsweise ein zu beheizender Raum oder eine Warmwasserentnahmestelle die Zufuhr von Wärme und damit das Einschalten des Brenners anfordert, setzt der Regler 8 die Anlage in Betrieb, indem das Gasventil 4 geöffnet und das Gebläse 6 mit der nunmehr optimierten Drehzahl solange betrieben wird, bis kein Wärmebedarf mehr besteht. Bei nur selten eingeschalteten Anlagen kann jeder Einschaltung ein solcher Kalibriervorgang vorangestellt werden. Bei Anlagen, welche öfter ein- und ausschalten, genügt es meistens, wenn die Kalibrierung einmal oder zweimal pro Tag erfolgt. Öfter ändert sich der Wobbeindex des zugeführten Gases mit Sicherheit nicht.

Der Kalibriervorgang kann auch ohne Unterbrechung des Brennerbetriebs selbst vorgenommen werden, wenn der Regler 8 beim Einschalten der Anlage und beim erstmaligen Auftreten des Flammenausfallsignals infolge des Abhebens der Flamme vom Brenner die Gebläsedrehzahl gleich um den vorgegebenen Prozentsatz verringert, ohne dabei die Gaszufuhr und damit den Brennvorgang zu unterbrechen.

Fig. 3 zeigt vereinfacht eine Brenneranlage mit modulierendem Betrieb, d. h. Gas- und Luftzufuhr ändern sich in Abhängigkeit vom jeweiligen Wärmebedarf. Das Brenngas G gelangt wiederum über einen Injektor 5 und die Verbrennungsluft L über eine Luftdüse 7 zum Brenner 2. Ein modulierendes Gasventil 14 sowie das drehzahlgesteuerte Gebläse 6 werden von einem Gas/Luft-Regler 15 im Sinne der Aufrechterhaltung eines vorgegebenen optimalen Gas/Luft-Verhältnisses gesteuert. Beispiele hierfür sind aus EP 0 390 964 B1 (72400679) oder EP 0 644 377 A1 (72200796) bekannt. Zwischen das Gasventil 14 und den Gasinjektor 5 ist eine Gasdrossel 16 eingeschaltet, welche vom Regler 8 gesteuert wird.

In bekannter Weise wird die Drehzahl des Gebläses 6 in Abhängigkeit vom Wärmebedarf verändert. Über den Gas/Luftregler 15 wird dabei die Gaszufuhr durch das Gasventil 14 im Sinne der Aufrechterhaltung eines vorgegebenen Gas/Luft-Verhältnisses gesteuert. Ein solcher Gas/Luftregler 15 hat einen vorgegebenen Modulationsbereich über den diese automatische Anpassung von Gas- und Luftzufuhr wirksam ist. Der Gasinjektor 5 ist so ausgestaltet, daß er bei voll geöffneter Drossel 16 und Verwendung eines Gases mit den niedrigsten zu erwartenden Wärmeinhalt das gewünschte Gas/Luft-Verhältnis erzielt.

Die Anlage wird bei voll geöffneter Drossel 16 in Gang gesetzt. Sobald die Flamme zündet, verändert der Regler 8 langsam den Durchflußquerschnitt der Drossel 16. Wenn die Flamme vom Flammenfühler 3 abhebt, schaltet der Regler 8, wie beim obigen Ausführungsbeispiel, die Anlage ab. Beim erneuten Einschalten wird der Durchflußquerschnitt der Drossel 16 um den vorgegebenen Prozentsatz zwischen Abhebewert (Betriebsart C) und optimalem Betrieb (Betriebsart A) erhöht, beispielsweise unter Verwendung eines Stellmotors, der

bei konstanter Drehzahl für eine vorgegebene, dem ge-  
nannten Prozentsatz entsprechende Dauer in Betrieb  
ist. Damit wird das Gasluftverhältnis auf den gewünsch-  
ten optimalen Wert eingestellt. Anschließend wird die  
Anlage für den Normalbetrieb freigegeben. Auch hier  
kann die Einstellung des optimalen Gasstroms im Ver-  
hältnis zum Luftstrom mit Hilfe der Drossel 16 und des  
Reglers 8 während des ersten Einschaltvorgangs der  
Anlage ohne Unterbrechung des Brennerbetriebs erfolgen.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwand-  
lungen der gerätemäßigen Ausgestaltung möglich. So  
kann die Drossel 16 Teil des modulierenden Gasventils  
14 sein. Die Einstellung des Gas/Luft-Verhältnisses  
beim Kalibrieren kann nicht nur im Strömungsweg des  
Gases, sondern statt dessen auch im Strömungsweg der  
Luft L vorgenommen werden, wenn man eine entspre-  
chende Einstellvorrichtung zwischen Gebläse 6 und  
Luftdüse 7 vorsieht. Dies ist jedoch weniger günstig,  
weil sich in diesem Falle bei Verwendung unterschiedli-  
cher Gasarten auch die Wärmeleistung des Brenners  
ändern würde. Anstelle eines thermischen Flammenfüh-  
lers, z. B. eines Flammenstabs 3, kann auch ein ausrei-  
chend fokussierter optischer oder sonstiger Flammen-  
sensor eingesetzt werden, der nicht nur das Vorhanden-  
sein der Flamme 1 sondern auch deren Abheben vom  
Brenner 2 erkennt. Die Verbrennungsluftzufuhr kann  
auch durch eine im Luftstrom angeordnete Drosselklap-  
pe regelbar sein. Den der Kalibrierung dienenden Reg-  
ler 8 und einen kombinierten Gas/Luft-Regler 15 kann  
man zu einem einzigen Regler zusammenfassen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren des Betriebs eines  
Gasbrenners mit Flammenüberwachung durch ei-  
nen dem Brenner zugeordneten Flammenführer,  
gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Dem Brenner wird ein Gas/Luft-Gemisch  
mit Gasüberschuß zugeführt und der Brenner  
wird gezündet;
- b) der Gasüberschuß wird verringert bis ein  
Luftüberschuß entsteht;
- c) sobald bei einem vorgegebenen Luftüber-  
schuß die Flamme vom Flammenführer ab-  
hebt, liefert dieser ein Flammenausfallsignal;
- d) von dem beim Auftreten des Flammenaus-  
fallssignals gegebenen Gas/Luft-Mischungs-  
verhältnis wird das Gas/Luft-Gemisch um ei-  
nen vorgegebenen Betrag in Richtung auf ei-  
nen höheren Gasanteil geändert;
- e) mit diesem optimalen Gas/Luft-Mischungs-  
verhältnis wird der Brenner bis zur nächsten  
Optimierung betrieben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß das optimierte Gas/Luft-Gemisch et-  
wa 4% Luftüberschuß hat.

3. Vorrichtung zum Optimieren eines Brenners  
nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2 mit:

- a) einem mit einem Gas/Luft-Gemisch ver-  
sorgten Brenner (2);
- b) einem dem Brenner zugeordneten Flam-  
menführer (3);
- c) einem Gasventil (4, 14) und einem Verbren-  
nungsluftgebläse (6); sowie
- d) einem an den Flammenführer angeschlosse-  
nen Regler (8), der bei Flammenausfall die  
Gas- oder Gas/Luft-Zufuhr zum Brenner un-

terbricht;  
dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (8)  
a) auf ein die Gas- oder Luftzufuhr steuerndes  
Stellglied (6, 16) einwirkt;  
b) beim Einschalten des Brenners (2) diesem  
Stellglied ein Steuersignal zuführt, welches ei-  
nen zum sicheren Zünden des Brenners ausrei-  
chenden Gasüberschuß erzeugt;  
c) nach dem Erscheinen eines das Zünden der  
Flamme anzeigen Flammensignals des  
Flammenführers das Steuersignal in Richtung  
auf eine Verringerung des Gasüberschusses  
solange ändert, bis das Flammensignal ver-  
schwindet;  
d) einen Speicher für den beim Verschwinden  
des Flammensignals gegebenen Wert des  
Stellsignals für das Stellglied aufweist;  
e) eine Vorrichtung zum Verändern dieses  
Stellsignals um einen vorgegebenen Betrag in  
Richtung auf eine Erhöhung des Gasanteils im  
Gas/Luft-Gemisch enthält; und  
f) diesen optimierten Wert des Gas/Luft-Ver-  
hältnisses in der nachfolgenden Betriebsphase  
des Brenners aufrechterhält.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß ein Ausgang des Reglers (8) an einen  
Drehzahlsteuereingang eines Gebläses (6) für die  
Verbrennungsluftzufuhr angeschlossen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß das Gasventil ein vom Wärmebedarf  
gesteuertes Ein/Ausschaltventil (4) ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Gasventil ein vom Wär-  
mebedarf gesteuertes modulierendes Ventil (14) ist.  
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß ein Ausgang des Reglers (8) an ein  
Stellglied (16) im Strömungsweg (14, 16, 5) des Ga-  
ses angeschlossen ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch  
gekennzeichnet, daß ein kombinierter Gas/Luft-  
Regler (15) eingangsseitig an einen Wärmebedarfs-  
fühler angeschlossen ist und ausgangsseitig einer-  
seits auf eine Drehzahlsteuerschaltung für das Ge-  
bläse (6) sowie andererseits auf das Gasventil (14)  
einwirkt.

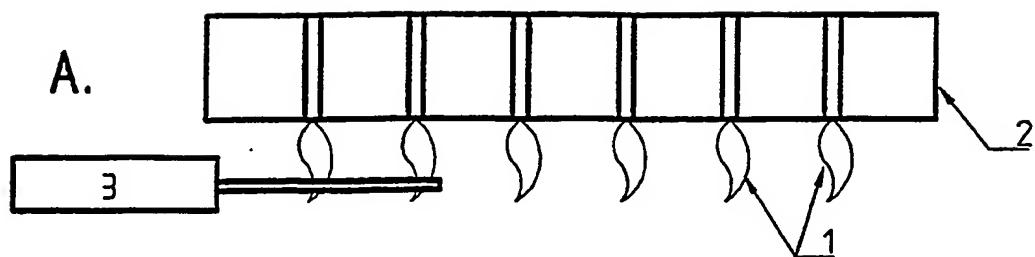
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der der Kalibrierung dienende Regler  
(8) Teil des kombinierten Gas/Luft-Reglers (15),  
vorzugsweise eines Mikroprozessor-Reglers ist.

---

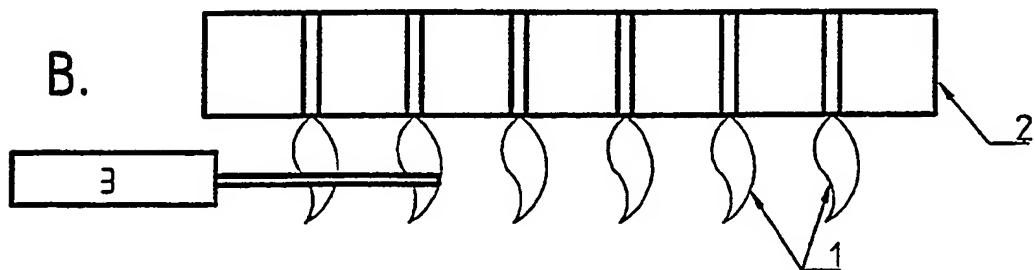
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

A.



B.



C.

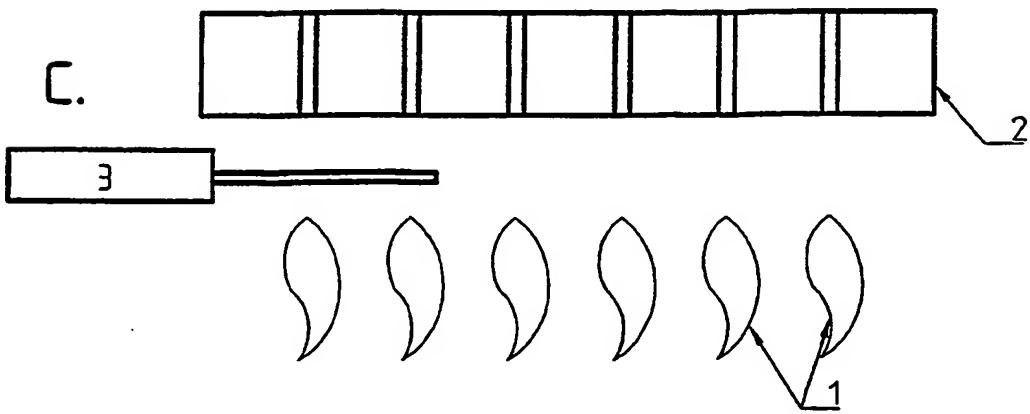


Fig. 2

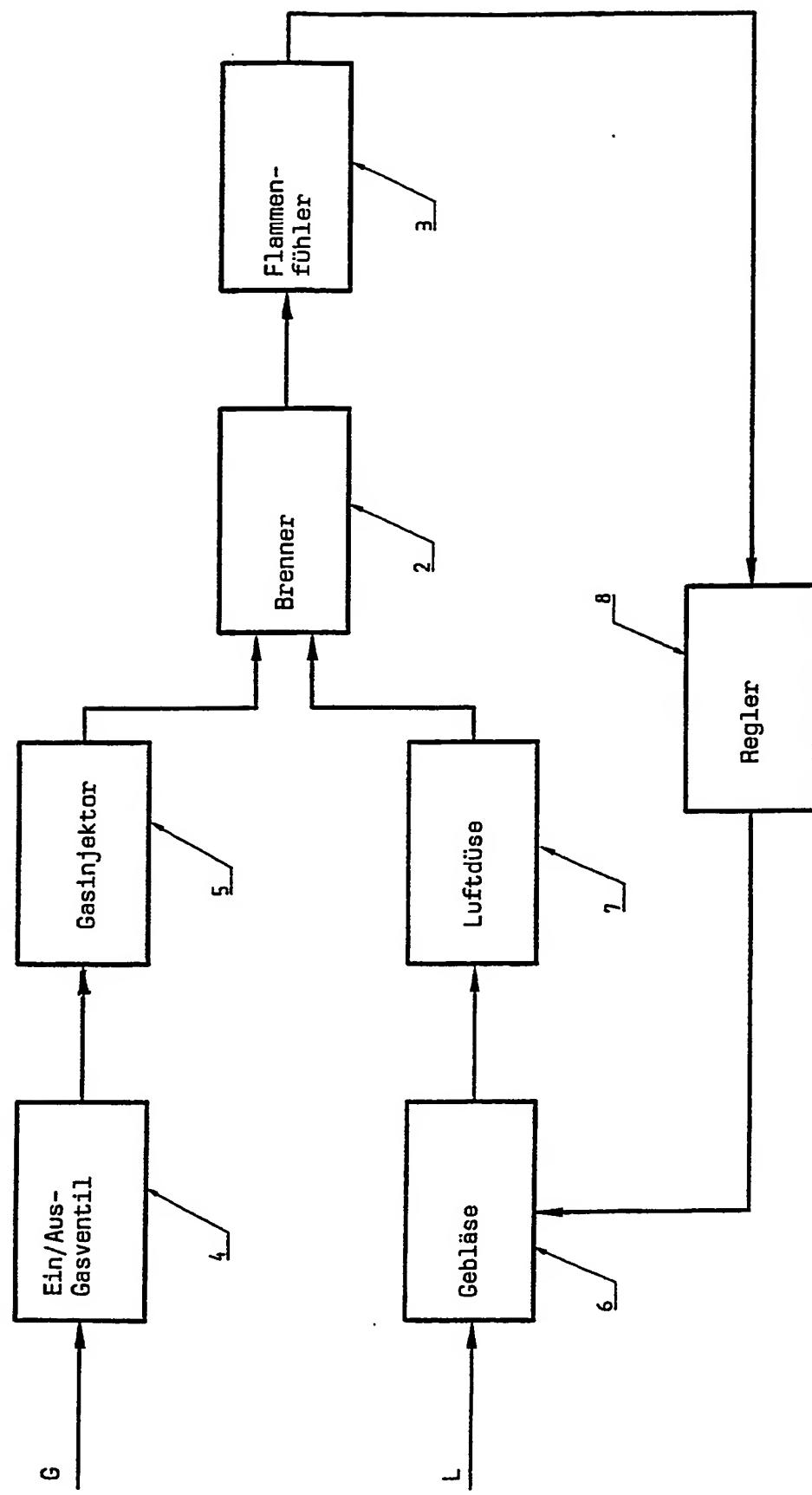


Fig.3

